臺灣省農業試驗所專刊第59號 (1996)

稻米的儲存與品質

洪 梅 珠

台中區農業改良場

摘 要

稻米是台灣地區最主要的糧食作物，因國民生活水準提高，消費者對食米品質愈加重視。而稻谷從收穫到消費，常需經過一段時間的貯存。稻米的理化性又常因稻谷含水率、貯存條件及貯存時間的長短，而發生不同程度之改變。本文主要針對貯存期間米粒外觀、碾米品質、化學成分、米飯質地與食用品質等之變化加以探討。

由國內外的研究報告顯示，稻米貯存後，黃變米率、米粒硬度指數、脂肪酸度、游離脂肪酸含量、米飯的硬度、膠化溫度、煮飯的最適時間、蛋白質中的S-S雙硫鍵結比率、加熱吸水率、膨脹容積、最大粘度、還原糖含量等有增加的趨勢；而白米的透明度、米液的pH值、米飯的粘性及食味、脂肪氧化酵素(lipase)活性、維他命B1含量、離胺酸、甲硫胺酸、麩胺酸含量、蛋白質內的SH鍵結比率、中性脂質、磷脂質含量等則有降低之現象。

前 言

稻米是台灣地區人民的主食，光復初期稻作生產以提高產量為主要目標，由於品種及栽培技術之改良，使稻米產量年年增加，同時因國民生活水準提高，造成消費型態的改變，致使每人平均食米消費量逐年減少，造成稻米生產過剩。同時政府基於調節供需的考慮，必須貯存相當數量的稻谷於公糧倉庫中，而稻谷的生產具季節性，多集中於一年內之某一時期，而稻米的消費卻無時間性，所以稻谷從收穫後到消費，常需經貯存一段的時間。而台灣地處亞熱帶，高溫多溼，稻谷貯存稍有不慎，品質極易變劣，所以收穫後如何妥善的貯存，以保持優良的稻谷品質，成為當前重要的研究課題。本文主要目的在介紹貯存期間稻米品質之變化，以供為今後稻米貯存之參考。

倉儲期間影響稻穀品質變化之因素

依據陳[7]之報告，其將影響稻穀在倉儲期間品質變化之因素，歸納為稻穀含水率、周圍大氣溼度、溫度、昆蟲、微生物、鼠害、倉房與管理等七項，這些因素是彼此關聯，交互影響。同時陳亦指出稻穀含水率為影響稻穀儲藏品質的第一要素，因為它影響稻穀本身的呼吸，含水率越高，呼吸作用愈旺盛。呼吸作用是生命活動的基本現象，在儲藏期間穀物、黴菌與

昆蟲，都在進行呼吸作用，釋放出水氣和熱量，導致品質劣變而不利於保存。倉貯溫度則是影響儲藏稻穀品質之第二重要因子，其與稻穀含水率之交互效果是相乘的。高溫的夏季促進呼吸而易使稻穀整體發熱，15℃以下是稻穀安全儲存溫度， 20℃時昆蟲、微生物開始活動，呼吸作用加强。稻穀是吸溼性物體，在空氣中會因大氣之乾溼而改變其含水率。台灣為一亞熱帶海島，溫溼度都高，就氣候而言，本省不能算是一個稻穀儲存的理想自然環境。

在穀倉中繁殖，以米穀爲食之各種昆蟲，其寄生位置，除在穀粒外，也有在穀粒內蛀食者，其爲害非僅是量的消耗，間接也減低稻穀品質，故在貯存初期，用藥品燻蒸爲抑制其繁殖之有效方法之一。

莊[8]等指出黴菌污染稻米會降低種子發芽率，使種子褐變、發熱，產生霉味，減輕乾物重，產生黴菌毒素和改變稻米的營養成分。而控制儲藏稻米黴菌生長的最重要方法就是控制穀物的含水量，一般而言相對溼度低於72％，則黴菌不會生長。

老鼠除直接吃食稻穀外，亦會咬壞建築木材、布袋及容器等，其損害五分之一全球作物，對倉內積穀損害之程度則視防治的措施而定。爲防止積穀品質變壞及損失，要注重穀倉建築與管理，如適時予以翻倉、通風及實施病蟲害防治作業[7]。

稻米在儲存期間品質之變化

一般對舊米食味的評價，是認爲其味道不良，缺乏光澤，粘性差，硬度增加[2,5]，Moritata and Yasumatsu[15]則認爲米粒的老化，主要是米粒中的澱粉, 、脂質、蛋白質發生水解或氧化作用，而影響米粒的外觀、烹調品質、米飯的香味及質地。尤其是澱粉在貯存過程中，因直鏈性澱粉中的的微束鍵結(micelle binding)增强，而抑制澱粉顆粒的膨脹，使米飯的質地變硬。貯存後的脂質經水解，產生游離脂肪酸，能與直鏈性澱粉形成脂肪酸一直鏈性澱粉(fatty acid- amylose) 的複合體,亦抑制澱粉顆粒的膨脹,進而影響米飯質地。另一方面,脂質或是游離脂肪酸經氧化後,可產生氫過氧化物(hydroperoxides)及羰基化合物(carbonyl compounds)，這兩種物質可促進蛋白質的氧化，使蛋白質中的S-H鍵相互作用生成S-S基的雙硫鍵結，抑制澱粉顆粒的膨脹，而影響米飯的質地與外觀。同時揮發性硫化物的減少與揮發性羰基化合物的增加，影響到米飯的香味。

糙米分別在2℃及29℃貯存6個月後，發現貯存於29℃者，其米粒的硬度指數(hardness index) 比貯存於2℃者大，完整米率也比較高，此可能爲貯藏後澱粉顆粒的微束鍵結增强，故在碾米過程中有較大的抗力[18]。同時 Pushpamma and Reddy[15]亦指出貯存6個月的舊米，其適當之炊飯時間比新收穫的米長 4-6分鐘。

炊飯液中溶出的固形物與米飯的粘性成正相關[11]，高水分含量(14.5-15.6%) 與低水分含量(10.8-11.8%)的越光，分別貯存在10℃，20℃，30℃時，貯存前高水分含量的固形物含量較多，但貯存後其固形物含量降低的速度亦較快。不同貯存溫度間，則以貯存30℃時，其固形物含量降低的速度最快，10℃最慢。

涉谷等[12]發現稻米在30℃貯存50天後，加熱吸水率、膨脹容積、最大粘度、脂肪酸度及還原糖含量顯著增加，脂肪氧化酵素(lipase)活性則降低。維他命B1含量隨貯存期之延長有降低之趨勢，常溫貯存比低溫貯存降低得多[19]。稻米在貯存後離胺酸、甲硫胺酸、麩胺酸

等有降低的現象[14]，但白蛋白 (albumin) 及球蛋白(globulin)的含量無顯著之變化[18]。森高[13]發現新米中蛋白質內的SH鍵結比率比舊米多，但舊米的 S-S鍵結比率比新米多，其認爲此爲舊米飯變硬的原因之一。土田等[16]將4種水稻品種在 10℃貯存13年，探討長期貯存後，脂質及脂肪酸組成之變化，結果發現貯存後之糙米，其中性脂質、磷脂質含量減少，但是游離脂肪酸及糖脂質含量增加。進一步調查中性脂質、磷脂質、糖脂質及游離脂肪酸中之主要脂肪酸組成比時，發現每一種脂質區分中的palmitic acid 含量均增加，除了磷脂質外，亞麻油酸(linoleic acid)及亞麻脂酸(linolenic acid)含量減少；糖脂質及游離脂肪酸中的oleic acid 含量增加，但相反地在磷脂質中卻減少。同時在糖脂質中發現有二種未知的成分增加，另有一種未知的成分減少。森高[13]曾將白米經脫脂後貯存，結果從食味品評中的米飯外觀、香味、口味、粘性、硬度等資料中，顯示脫脂後再貯存者其品質均優於未脫脂者。

經過貯存的稻米，在煮飯過程中，收集米飯上面之蒸氣，再經由氣相層析儀分析，結果發現米飯的蒸氣中含有一百多種揮發性物質[17]，其主要是揮發性羰基化合物，且已認定造成舊米中腐敗氣味的主要因子是己烷醛類。

至於本省方面之研究，宋[1]於民國66年曾在草屯農會、秀水農會、福興農會、大里農會的倉庫，抽取不同期作、不同貯存方式的稻穀，比較米質的差異。發現貯存後的稻穀，其蟲蛀率及黃變米率隨貯存期之延長而增加，透明度亦隨貯存期之延長而減少，袋裝貯存之蟲蛀率比散裝貯存略高，但黃米率比散裝貯存少。梗稻之蟲蛀率及黃變米率皆比秈稻及長秈稻多，秈稻與長秈稻之蟲蛀率差異不大，但黃變米率以長秈稻最少。不同型倉庫中，蟲蛀率及黃變米率的發生率，以磚造水泥頂及統治倉庫最少，水泥瓦頂倉庫次之，而以力霸急造倉最差。宋及洪[2]進一步以73年二期作及74年一期作收穫之台農 67號及台中秈3號爲材料，分別以袋裝及散裝貯存於彰化縣之田中及花壇倉庫。稻谷貯存方式分爲三種：(1)具抽風設備之散裝貯存(田中)(2)無抽風設備之散裝貯存(田中)(3)一般糧倉之袋裝貯存(花壇)。又在74年一期作收穫之稻谷增加一項低溫貯藏(約10℃)。結果發現貯藏方式對糙米率、完整米率、粗蛋白質含量及直鏈澱粉含量之影響不大。白米的透明度則隨貯存期的延長而變差，一般袋裝的透明度比散裝佳，台農67號受影響的程度比台中秈 3 號大。白米的黃變米率隨貯存期的延長而增加，以低溫貯存的黃變米率最低，而以無抽風設備之散裝貯存者最高。白米之鹹性擴散程度、膠體展流長度及食味品質等均隨貯存期之延長而降低，其中以低溫貯存之變化最小，袋裝貯存次之，無抽風設備之散裝貯存最差。

本省的稻米雖主要以稻谷形式貯存，然尚有胚芽米在市面流通。洪及宋[4] 以台中189號及高雄142號碾製成之胚芽米，貯存於低溫 (5-10℃)、室溫 (16-27 ℃)、高溫(35-38℃)，探討胚芽米在貯存期間品質之變異。結果發現胚芽米之pH 值隨貯存期之延長而降低，脂肪酸度則相對地增加，其降低或增加程度以低溫貯存者最小，室溫貯存者次之，高溫貯存者最大。由米飯質地分析儀測定胚芽米飯的硬度及凝集性，發現隨貯存期之延長而增加，但粘性、附著性及均衡性則隨貯存時間之延長而降低。米飯物理性變劣的速度，以高溫貯存者最快，低溫貯存者最慢。臺灣夏季氣溫常有出現30℃以上之高溫現象，故消費者應以購置小包裝胚芽米爲宜，並儘量於短期內(1個月)食用，未能一次用完者，以置於冰箱中，較能確保胚芽米之新鮮度。

台灣目前主要是以小包裝白米在市面上銷售，洪及宋[4]利用台中189號碾製成的白米，

以眞空包裝、充二氧化碳包裝及一般小包裝法，將白米包裝成3kg裝，貯存於低溫(5-10℃)、準低溫(15-20℃)、室溫(16-28℃)等三種環境，探討白米在貯存期間品質之變異。結果發現白米之PH值隨貯存期之延長而降低，降低程度以一般小包裝室溫貯存者最大，以眞空包裝及充二氧化碳包裝之低溫貯存者最小。一般小包裝米飯的硬度及凝集性，隨貯存期之延長而增加，但粘性、附著性及均衡性則隨貯存時間之延長而降低，尤以室溫貯存者降低的速度較快，而低溫貯存者較慢。然眞空包裝及充二氧化碳包裝之米飯物理性，在該試驗的貯存溫度範圍(5-10℃,15-20℃,室溫)，一年內未有顯著之變化。由該實驗發現白米pH值劣化的速度比白米飯物理性質的變化快，顧及消費者之健康及安全起見，就有效保存期限的長短，做以下之建議，供加工業者及消費者參考。即以眞空包裝或充二氧化碳包裝之白米在5-10℃或15-20℃ 中貯存者，保存期限爲八個月，若在室溫中貯存者爲五個月，而一般小裝白米在5-10℃貯存者，保存期限爲三個月，在15- 20℃中貯存者爲二個月,若在室溫貯存者其保存期限，夏季時爲一個月，冬季可爲二個月。唯該試驗中僅以台中189 號一個品種當材料，品種間之耐貯存性是否有差異，則有待進一步之探討。目前市面上的反應，認爲同爲良質米的台梗 8 號比台梗9號不耐貯存，本場與中興大學合作正在探討這方面的問題。

結 論

綜合國內外之研究報告[3]，可知貯存會影響米粒外觀、化學成分、物理特性及食用品質，總之貯存造成稻米品質劣化是不爭的事實。爲了解決這個問題，政府以擴大公糧倉庫經營規模，提高經營效率，降低營運成本，改善倉儲設施，提高機械化與自動化，加强倉庫利用爲倉庫管理之重點[6]，希望藉由倉儲環境的(改善，確保倉儲米的品質[9,10]，加工業者也不斷改善包裝形式，從2-5kg的小包裝米，到眞空包裝均有。顯示近年來無論是農政單位、研究單位、廠商加工業者對米質的改良及保持都相當重視。但倉儲環境或包裝形式的改善，都只能延緩品質劣化的速度，並不能保証品質永遠不變。而事實上，消費者也進行了部分的貯存工作，一包米打開，不能一次煮完時，剩餘的米就在貯存狀態。因此我們希望透過大家共同的關心和努力，讓良質米眞正達到好吃又安全的境界。

參考文獻

1. 宋勳 1978 台中地區農會貯藏稻穀品質探討之試驗 台中區農業改良場研究彙報 新2:17-25。
2. 宋勳、洪梅珠 1988 貯藏方式對稻谷倉儲期間品質之影響 稻米品質研討會專集 p269-281 台灣省台中區農業改良場編印。
3. 林子清、陳賢哲 1984 日本稻米品質改良的研究 食品工業 16(3):19-27。
4. 洪梅珠、宋勳 1989 胚芽米品質之研究 II、貯存溫度對胚芽米品質之影響台中區農業改良場研究彙報 22:39-48。
5. 洪梅珠、宋勳 1994 包裝形式及貯存溫度對小包裝白米品質之影響 台中區農業改良場研究彙報 43:7-15。
6. 陳文德 1995 公糧倉儲現況之檢討與展望 稻米倉儲加工作業技術手冊第二輯 稻米倉儲 p.

107-118 行政院農業委員會「降低稻米製銷成本技術服務團」編印。
7. 陳貽倫 1995 影響稻米品質的因素 稻米倉儲加工作業技術手冊第二輯 稻米倉儲 p.1-26 行政院農業委員會「降低稻米製銷成本技術服務團」編印。
8. 莊再揚、彭式康 1995 稻米儲藏黴菌與蟲害及其防治 稻米倉儲加工作業技術手冊第二輯 稻米倉儲 p.77-106 行政院農業委員會「降低稻米製銷成本技術服務團」編印。
9. 曾士洵 1984 稻穀儲存技術 食品工業17(3):22-23。
10. 馮丁樹、陳貽倫 1977 稻穀低溫密閉實驗穀倉試驗分析 中國農業工程學報 23(1): 1-20。
11. 長戸一雄 1971 貯藏および乾燥方法が米の炊飯特性に及ぼす影響 日作紀 40:299-305.
12. 涉谷直人、岩崎哲也、柳瀨肇、竹生新治郎 1974 古米化に關する研究 第1報 玄米および白米の貯藏中の變化について 日本食品工業學會誌 21 (12):597-603
13. 森高眞太郎 1978 精白米の貯藏中の品質變化 釀協73(9):690-696.
14. Aibara S., I.A. Ismail, H.Yamashita 1986 Changes in rice bran lipids and free amino acids during storage. Agri. Biol.Chem. 50(3):665-673.
15. Juliano, B.O. 1985 Criteria and tests for rice grain qualities pp 443-524 In :Rice Chemistry and Technology 2nd ed. B.O. Juliano ed. Am. Assoc. Cereal Chem. st. Paul. MN.
16. Tsuchida , H., T. Umemoto, H.Tsugawa, M.Sakata, S. Mizuno and M. Tange 1988 Some features in lipid-and fatty acid compositions of the brown rices stored at low temperature for a long time .Sci. Rept. Fac. Agri. Kobe Univ. 18:27-34.
17. Tsugita T., T. Ohta and H. Kata 1983 Cooking flavor and texture of rice stored under different conditions. Agri. Biol.chem. 47(3): 543-549.
18. Villareal R. M., A.P. Resurreuion, L.B. Suzuki and B.O. Juliano. 1976 Changes in physicochemical properties of rice during storage. Die starke 28:88-94
19. Yasumatsu, K. and S. Moritaka 1964 Fatty acid compositions of rice lipid and their changes during storage. Agri. Biol.Chem. 28(5):257- 264.

Relation Between Storage and Quality of Rice

Hong Mei Chu

Taichung District Agricultural Improvement Station

Abstract

During a period of storage, rice quality could be influenced because of its moisture content, storage exterior and interior environment, i.e., temperature, relative humidity, ventilation, etc.. In this study, the rice appearance, chemical component, free fatty acid compositions, milling quality of rice as well as cooking and eating quality of rice kernel will be examined. The resulting data showed that after storage, the rate of discolor, water absorption, hardness index of kernel changed ; the reducing sugar content, free fatty acid composistion, S-S/S-H ratio and the starch gelatinization temperature are increased, same result on the expansion volume of cooked rice. However, the pH, lipase activity, lysine, methione, glutamic acid,vit B1, neutral and phospholipid are decreased. From sensory evaluation, we concluded that the cooking and eating quality is worse on stored cooking rice.